

KONDISI BATIMETRI DAN SEDIMEN DASAR PERAIRAN DI KOLAM PELABUHAN CARGO PT. PERTAMINA RU VI BALONGAN, JAWA BARAT

Valensia Enzeline, Sugeng Widada, Warsito Atmodjo^{*)}

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

Email : sugengwidada@undip.ac.id; warsito_osigeo@yahoo.com

Abstrak

Kolam pelabuhan cargo merupakan pelabuhan yang digunakan PT. Pertamina (Persero) Balongan untuk aktivitas pelayaran dan bongkar muatan kapal. Informasi mengenai batimetri sangat dibutuhkan guna menunjang kegiatan dalam pelayaran. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kedalaman perairan kolam pelabuhan cargo dan jenis sedimen dasar perairan yang akan diolah menjadi peta batimetri dan peta sebaran sedimen dasar sebagai data untuk penentuan volume dan metode pengerukan. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 12 sampai dengan 14 November 2014 di Perairan Balongan di kolam pelabuhan cargo milik PT. Pertamina RU VI. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data pemeruman dengan Echosounder Singlebeam tipe Garmin 238 sounder yang dikoreksi dengan data pasang surut perairan Balongan serta data sedimen dasar yang diambil menggunakan grab sampler. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif dan data diolah menggunakan software Excel, Surfer 11, Global Mapper 13, dan ArcGIS 10.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perairan Balongan, Indramayu bertipe pasang surut campuran condong harian ganda dan memiliki kedalaman kolam pelabuhan yang dangkal berkisar 1,11 – 6,11 meter. Jenis sedimen dasar yang mendominasi di dalam kolam pelabuhan yaitu jenis sand dan silt. Kolam pelabuhan cargo akan memiliki kedalaman yang aman walaupun dalam kondisi air surut terendah (LLWL), jika dilakukan penambahan terhadap kedalaman kolam. Draft yang dibutuhkan oleh kapal minyak dengan kapasitas 5000 DWT adalah 6,5 m, sehingga kolam pelabuhan cargo harus memiliki kedalaman kolam yang aman yaitu 8,67 m dengan volume pengerukan 123.941,3 m³ agar mendukung aktivitas pelayaran di pelabuhan.

Kata kunci : Batimetri, Sedimen Dasar, Kolam Cargo, Kedalaman Kolam Tambahan.

Abstract

PT. Pertamina (persero) Balongan cargo port is used for loading and unloading ship charge. Information of cargo port bathymetry is needed to support shipping activity. This study aims was to determine bathymetry in cargo port and the sediment type. The result presented as the bathymetric map and bed load map that is used as a reference in the sediment dredging project. The research was done on September 12 to 14 November 2014 in Balongan waters PT. Pertamina RU VI cargo port. The data was used for research was sounding data recorded with singlebeam echosounder garmin 238 type sounder and had been corrected by the tidal and the sediment has been corrected used grab sampler. The explorative method was used to described and processed data using Excel, Surfer 11, Global Mapper 13, and ArcGIS 10.1 software. The research results showed that tidal type in Balongan waters was mixed tide prevailing semidiurnal. The cargo port depth was categorized as shallow water with depth ranged from 1,11 – 6,11 meters. The type of sediment in cargo port were dominated by sand and silt. Cargo port will have safety depth in lowest low water level (LLWL) condition if the depth is more than 8,67 meters. The draft required by a oil ship with 5000 DWT capacity is 6,5 meters. The cargo

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

port should have the safety depth 8.67 meters with dredging volume area 123.941,3 m³ to support the shipping activity in the port.

Keywords : *Bathymetry, Bed Load, Cargo Port, Additional Depth of a port*

1. Pendahuluan

Kabupaten Indramayu secara astronomis terletak pada 107° 52' – 108° 36' Bujur Timur dan 6° 15' – 6° 40' Lintang Selatan dengan garis pantai sepanjang 144 km. Di Kabupaten Indramayu terletak PT. Pertamina (Persero) RU VI Balongan yang merupakan kilang keenam dari tujuh kilang Direktorat Pengolahan PT. Pertamina (Persero) dan mulai beroperasi sejak tahun 1994 (Noviarti, 2009). Bahan baku yang diolah di kilang RU VI Balongan adalah minyak mentah dan nantinya akan diangkut ke kapal sampai bongkar muatan di kolam pelabuhan cargo.

Kolam pelabuhan cargo merupakan pelabuhan yang digunakan PT. Pertamina (Persero) Balongan untuk bongkar muatan kapal. Istilah Cargo biasanya digunakan untuk *crude*, migas (premium dan pertamax), LPG, dan *propylene*. Pada saat kegiatan bongkar muatan, kapal yang akan tiba ke pelabuhan harus bisa masuk dan bersandar. Kegiatan industri dan aktivitas pembangunan di sekitar *Jetty* ini mengakibatkan transport sedimen baik transport sedimen sejajar pantai maupun tegak lurus pantai terganggu. Sedimen yang masuk ke area perairan lebih banyak sehingga menyebabkan pendangkalan. Pendangkalan tersebut akan sangat berbahaya bagi kapal yang masuk ke kolam pelabuhan cargo untuk berlabuh.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi batimetri sebagai dasar penentuan kedalaman volume pengerukan kolam pelabuhan dan jenis sedimen dasar di kolam pelabuhan cargo sebagai dasar penentuan metode pengerukan kolam pelabuhan. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk pembaharuan data mengenai batimetri perairan di dalam kolam pelabuhan cargo PT. Pertamina (Persero) Balongan, yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan untuk evaluasi pengerukan terhadap kolam pelabuhan dan pedoman pemeliharaan kolam pelabuhan.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data lapangan (data primer) dan data pendukung dari instansi terkait (data sekunder). Data primer yang digunakan adalah data hasil pemeruman menggunakan *echosounder single beam* tipe garmin 238 *sounder*, sampel sedimen dasar, dan pengukuran pasang surut selama 3 hari untuk koreksi muka air pada saat pemeruman berlangsung. Sedangkan untuk data sekunder meliputi peta batimetri Tanjung Priok, Peta Rupa Bumi Jawa Barat, dan Pasang surut Balongan.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif yang merupakan metode ilmiah karena telah memenuhi kaidah – kaidah ilmiah konkret, obyektif, terukur, rasional, sistematis (Sugiyono, 2009).

C. Metode Pengukuran

Metode Pengukuran Kedalaman Laut (Pemeruman)

Pengukuran batimetri menggunakan metode akustik agar data diperoleh secara *realtime* dengan akurasi yang baik dengan luasan daerah sekitar 172 x 268 m. Sesuai dengan Standard Nasional Indonesia (SNI) 7646:2010 mengenai Survei Hidrografi menggunakan *Single Beam Echosounder* (2010) pemeruman yang dilakukan termasuk pada kelas orde satu yang termasuk daerah dengan kedalaman kurang dari 100 meter (Standar Nasional Indonesia, 2010). Survei kelas orde satu diberlakukan di pelabuhan, alur pendekat pelabuhan, lintasan/haluan yang di anjurkan, dan daerah-daerah pantai dengan kedalaman hingga 100 meter. Pengambilan data kedalaman laut (pemeruman) dilakukan menggunakan *echosounder singlebeam*, tipe Garmin 238 *Sounder* dan menggunakan alat transportasi berupa *Rubber Boat* dengan kecepatan laju perahu 5-6 knot. Sebelum melakukan pemeruman harus dibuat perencanaan lajur perum terlebih dahulu.

Pengambilan Sampel Sedimen Dasar

Pengambilan sampel sedimen dasar menggunakan grab sampler. Sampel sedimen dasar diambil sebanyak 16 titik. Titik pengambilan sampel sedimen dasar laut ditentukan terlebih dahulu dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10. Selanjutnya, kooordinat titik yang telah ditentukan dimasukkan ke GPS Garmin 60CSx yang berguna sebagai navigasi menuju titik pengambilan sampel sedimen dasar.

Pengukuran Pasang Surut

Pengukuran pasang surut dilakukan dengan menggunakan palem pasut. Pengambilan data pasang surut air laut dilakukan selama 3 hari dengan interval 1 jam secara kontinyu dan simultan (12-14 November 2014). Pengambilan data pasang surut air laut dilakukan menggunakan palem pasut. Data pasang surut 3 hari digunakan untuk mengoreksi muka air laut sesaat pada saat pemeruman berlangsung.

D. Metode Penentuan Lokasi Sampling

Penentuan titik sampel menggunakan *purposive sampling method*. Penentuan titik sampel dengan metode ini dengan alasan titik-titik tersebut dapat mewakili daerah penelitian. Untuk pemeruman telah dibuat jalur pemeruman dalam bentuk *shape file* (shp) yang akan menjadi titik acuan dalam pengambilan data batimetri.

E. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisis Data

Data Batimetri

Data kedalaman harus dikoreksi dengan nilai dari reduksi yang sesuai dengan kedudukan permukaan laut saat dilakukan pengukuran (Soeprapto, 2001). Data kedalaman laut yang telah dikoreksi, selanjutnya diinterpolasi menggunakan bantuan perangkat lunak *Surfer 11* dengan menggunakan metode interpolasi *Krigging* dan didapat kontur kedalaman. Sedangkan untuk memvisualisasikan morfologi permukaan dasar laut (*seabed surface*) maka dibuat model 3D morfologi dasar laut menggunakan perangkat lunak *Surfer 11*, serta dapat dibuat penampang melintang morfologi dasar laut menggunakan bantuan perangkat lunak *Global Mapper 13*.

Data Sedimen Dasar

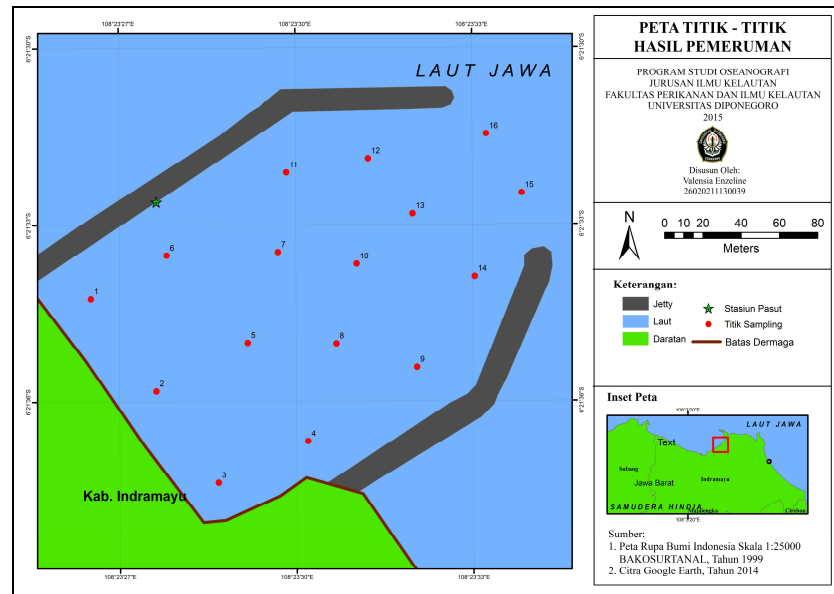
Sampel sedimen dasar laut dianalisa menurut Buchanan (1984) dalam Mc.Intyre dan Holme (1984) dengan metode *dry sieving* berupa pengayakan dan *wet sieving* (pemipetan) terhadap sampel yang dilakukan di laboratorium Geologi Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang. Hasil dari pengayakan dan pemipetan selanjutnya digunakan untuk penentuan jenis sedimen masing - masing stasiun berdasarkan sistem penamaan segitiga *shepard*.

Data Pasang Surut

Data perolehan pasang surut dianalisa menggunakan metode *Admiralty* dengan menggunakan data pasang surut selama 15 hari. Hasil pengolahan tersebut mendapatkan komponen-komponen pasang surut yang merupakan hasil perhitungan yang menghasilkan nilai MSL, HHWL, LLWL, Z_0 , LWL, dan HWL. Hasil dari komponen tersebut menghasilkan nilai *formzahl* yang akan digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut di perairan Balongan.

Penentuan Kedalaman Kolam

Penentuan kedalaman kolam pelabuhan dihitung dengan mempertimbangkan jenis kapal yang masuk ke dalam kolam pelabuhan cargo. *Draft* kapal yang dimiliki masing-masing kapal yang masuk tersebut menentukan kedalaman kolam yang akan dikeruk untuk perencanaan volume pengerukan dan pemeliharaan kolam pelabuhan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

F. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengukuran Pasang Surut

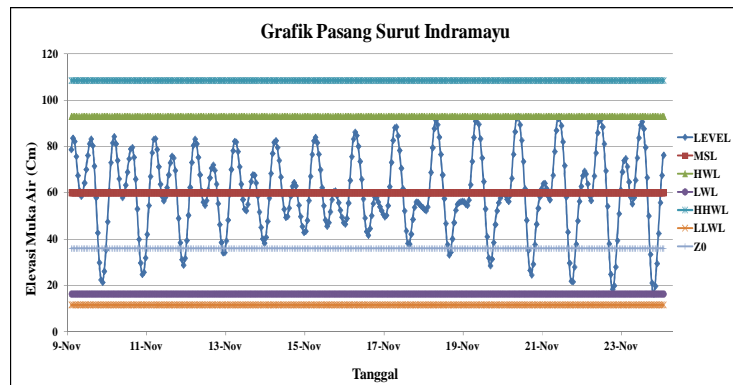
Data selama pasang surut selama 3 hari digunakan untuk mengkoreksi muka air laut sesaat pada saat pemeruman berlangsung, sedangkan untuk data pasang surut 15 hari (10 November sampai 24 November 2014) dari data Dishidros yang telah di verifikasi dengan data model *Naotide* yang dianalisa menggunakan metode *Admiralty* menghasilkan nilai Formzahl 0.96 dengan kategori pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Hasil dari pengolahan *Admiralty* tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 . Elevasi Tinggi Muka Air

Elevasi Pasut	Nilai (cm)
MSL (<i>Mean Sea Level</i>)	60,01
LLWL (<i>Lowest Lower Water Level</i>)	11,59
HHWL (<i>Highest High Water Level</i>)	119,15
Z ₀ (Muka Surutan)	32,78
LWL (<i>Low Water Level</i>)	16,25
HWL (<i>High Water Level</i>)	92,94
Nilai Formzahl (F)	0,96

(Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Berdasarkan pengolahan data pasang surut menggunakan metode *admiralty*, didapatkan grafik pasang surut perairan Balongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pasang Surut Indramayu (Sumber: Pengolahan Data, 2015).

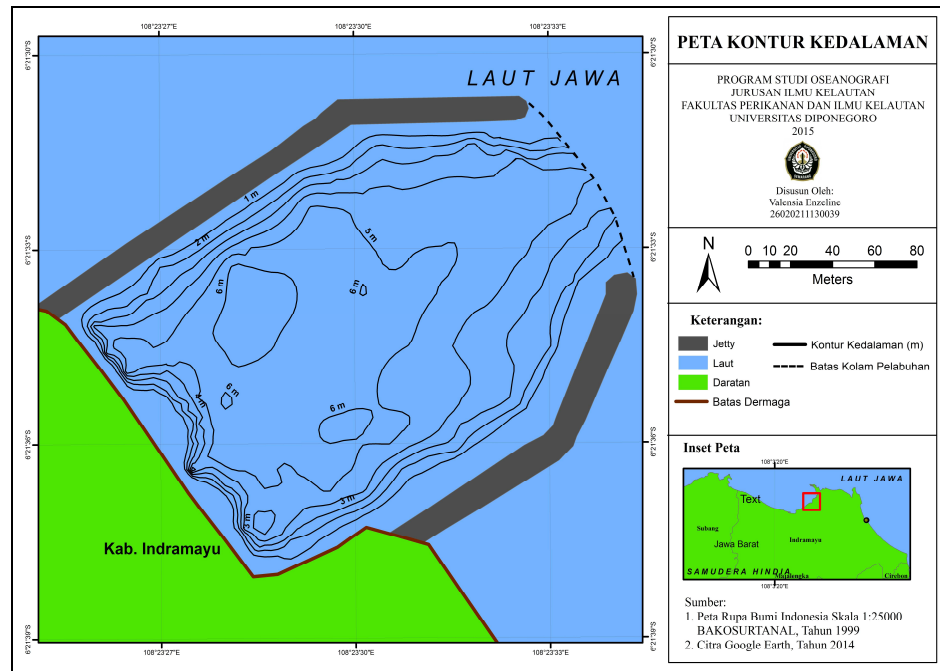
Batimetri (Pemeruman)

Berdasarkan kedalaman yang telah dikoreksi dengan kondisi muka air pada saat pemeruman berlangsung. Data kedalaman menunjukkan perbedaan antara kedalaman kolam dari data alat dan data yang sudah terkoreksi. Kedalaman dari alat berkisar 0.6 sampai 5.6 meter, sedangkan data kedalaman yang sudah terkoreksi berkisar 1.11 sampai 6.11 meter. Peta kontur kedalaman dapat dilihat pada Gambar 3. Berikut tabel hasil koreksi data kedalaman laut.

Tabel 2. Hasil Koreksi Data Kedalaman Laut

Titik	Tgl	Pukul	D Alat (m)	Kor. Trans (m)	TWLt (m)	MSL (m)	Z0 (m)	rt (m)	D* (m)
1	12/11/2014	10:23:11	1,1	0,3	0,66	0,60013	0,32782	-0,2679	-1,67
7	12/11/2014	10:26:22	3,7	0,3	0,66	0,60013	0,32782	-0,2679	-4,27
18	12/11/2014	10:29:21	2	0,3	0,66	0,60013	0,32782	-0,2679	-2,57
25	12/11/2014	10:31:46	1,3	0,3	0,66	0,60013	0,32782	-0,2679	-1,87
53	12/11/2014	10:38:54	4,5	0,3	0,66	0,60013	0,32782	-0,2679	-5,07
121	12/11/2014	11:00:39	3,8	0,3	0,72	0,60013	0,32782	-0,2679	-4,31
133	12/11/2014	11:03:41	5	0,3	0,72	0,60013	0,32782	-0,2679	-5,51
142	12/11/2014	11:06:05	5,1	0,3	0,72	0,60013	0,32782	-0,2679	-5,61
150	12/11/2014	11:08:13	4,1	0,3	0,72	0,60013	0,32782	-0,2679	-4,61
171	12/11/2014	11:13:49	4	0,3	0,72	0,60013	0,32782	-0,2679	-4,51
182	12/11/2014	11:16:45	0,8	0,3	0,72	0,60013	0,32782	-0,2679	-1,31

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2015)

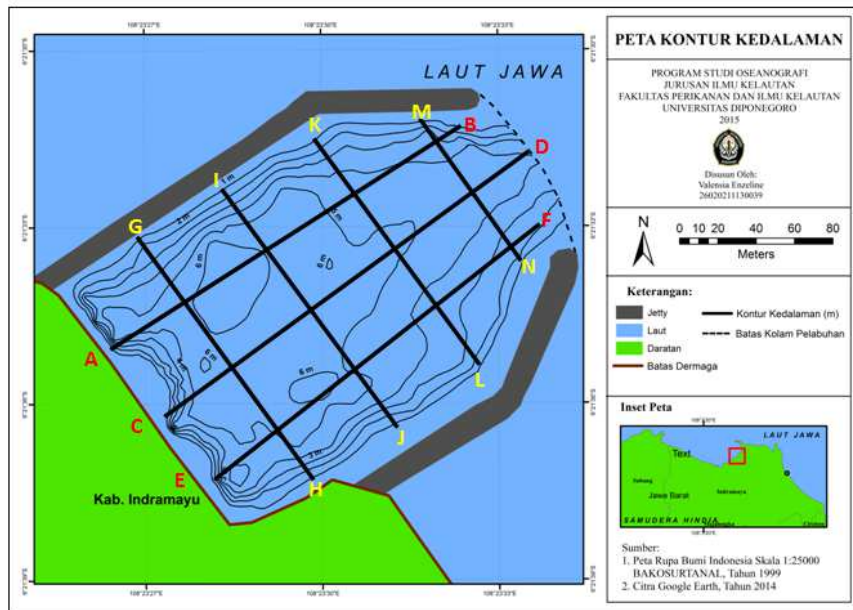


Gambar 3. Peta Kontur Kedalaman (Sumber: Pengolahan Data, 2015).

Berdasarkan hasil pengolahan data batimetri kedalaman terkoreksi yaitu 1.11 meter sampai kedalaman terdalam yaitu 6.11 meter dan dikategorikan sebagai perairan dangkal. Kedalaman dangkal terdapat pada tepi kolam pelabuhan dan di sekitar mulut *jetty*, hal ini mungkin dikarenakan pada bagian tepi kolam pelabuhan terjadi sedimentasi yang tinggi sehingga material sedimen yang berasal dari sungai di sekitar kolam pelabuhan masuk ke dalam. Kedalaman terdalam di dapatkan pada daerah tengah kolam, hal tersebut mungkin diakibatkan pengaruh dari gerak osilasi kapal yang mulai muncul akibat pengaruh gaya luar seperti arus, pasang surut, angin, dan gelombang sehingga material sedimen mengalami pengadukan dan terangkut lebih jauh menuju ke laut. Dapat diprediksi bahwa kondisi perairan tersebut adalah perairan dengan kemiringan pantai yang landai seperti pendapat Triatmodjo (1999) bahwa sebagian besar pantai utara Jawa dan Timur Sumatera merupakan pantai berlumpur dan berpasir yang memiliki kemiringan pantai yang landai. Hal tersebut dibuktikan pada saat pengukuran berlangsung, pengukuran dibatasi sampai dengan ujung terluar dari kolam pelabuhan cargo yang di batasi dengan dua *jetty* panjang di sebelah kiri dan kanan kolam pelabuhan untuk mengetahui kedalaman maksimum di perairan tersebut.

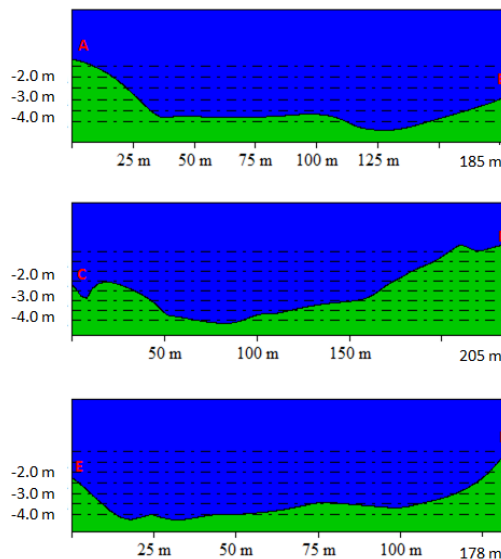
Penampang Melintang Dasar Laut

Penampang melintang dibawah ini terbagi menjadi 3 bagian berupa garis lurus di mulai dari pinggir kolam pelabuhan cargo sampai garis terluar (melewati *jetty*). Dalam pembuatan penampang melintang ini menggunakan *software Global Mapper 13*. Masing – masing pembagian penampang melintang dapat dilihat pada Gambar 4.

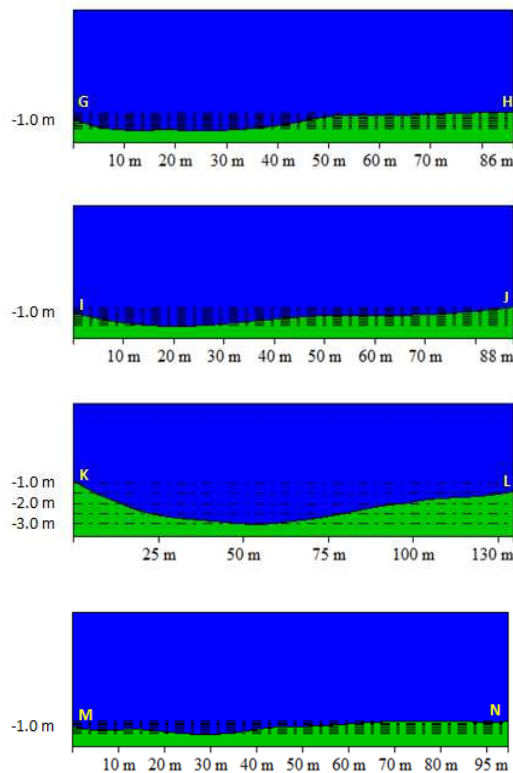


Gambar 4. Garis Penampang Melintang (Sumber: Pengolahan Data, 2015).

Penampang melintang memperlihatkan keadaan kondisi perairan kolam cargo sekarang. Penampang melintang dibagi menjadi penampang vertikal (Gambar 5) dan penampang horizontal yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Penampang Melintang Vertikal (A - B, C - D, dan E - F) (Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2015).



Gambar 6. Penampang Melintang Horizontal (G - H, I - J, K - L, dan M - N)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2015).

Hasil dari penampang melintang dapat kita lihat bahwa terdapat pendangkalan yang lebih besar pada bagian tepi kolam pelabuhan dibandingkan pada bagian terluar dari kolam, sehingga pada bagian tepi kolam sampai pada bagian terluar kolam perlu dikeruk.

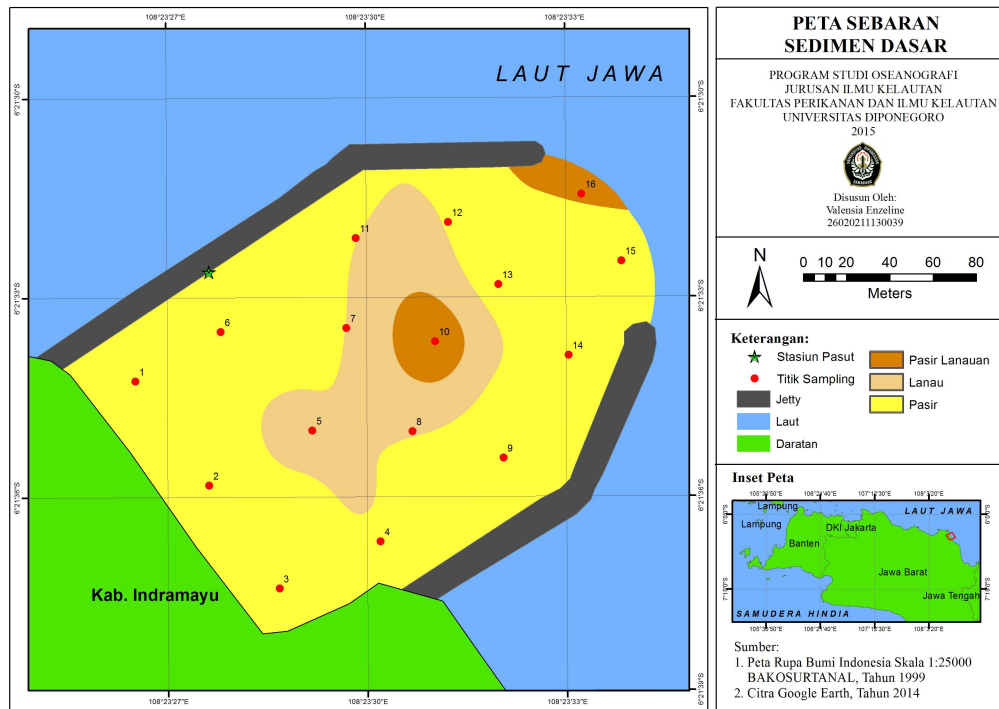
Sedimen Dasar

Hasil analisa granulometri diuraikan dalam jenis sedimen pasir, lanau, dan pasir lanauan yang disajikan pada Tabel 3 dan untu peta sebaran sedimen dasar dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 3. Jenis Sedimen Dasar Tiap Stasiun Pengambilan Sampel.

Stasiun	Lokasi		Kandungan (%)			Nama Sedimen
	Bujur Timur	Lintang Timur	Pasir	Lanau	Lempung	
1	108°23'26,668"	6°21'26,702"	86,72	12,25	1,02	Pasir
2	108°23'27,789"	6°21'35,715"	83,49	15,54	0,96	Pasir
3	108°23'28,909"	6°21'37,320"	87,79	11,25	0,95	Pasir
4	108°23'30,397"	6°21'36,618"	81,73	17,30	0,95	Pasir
5	108°23'29,394"	6°21'34,913"	0	80,06	19,93	Lanau
6	108°23'28,039"	6°21'33,475"	85,22	13,82	0,95	Pasir
7	108°23'29,879"	6°21'33,425"	0	80,84	19,15	Lanau
8	108°23'30,868"	6°21'34,963"	0	80,16	19,83	Lanau
9	108°23'32,253"	6°21'35,364"	94,72	0,48	4,78	Pasir
10	108°23'31,200"	6°21'33,575"	73,98	25,02	0,99	Pasir Lanauan
11	108°23'30,079"	6°21'32,054"	80,28	18,81	0,90	Pasir
12	108°23'31,434"	6°21'31,803"	81,05	17,95	0,99	Pasir
13	108°23'32,186"	6°21'32,739"	77,10	22,01	0,88	Pasir
14	108°23'33,206"	6°21'33,826"	85,15	13,96	0,88	Pasir
15	108°23'34,042"	6°21'32,405"	77,29	21,71	0,98	Pasir
16	108°23'33,423"	6°21'31,385"	75,03	23,97	0,98	Pasir Lanauan

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2015)

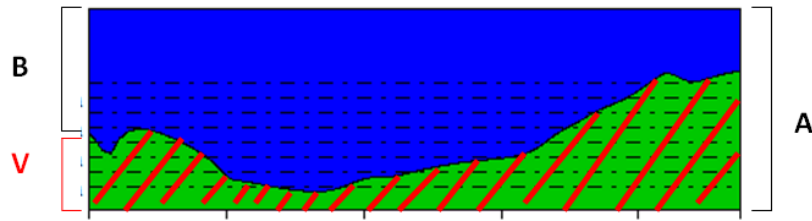


Gambar 7. Sebaran Sedimen Dasar (Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2015).

Jenis pasir (*sand*) ditemukan pada perairan tidak jauh dari daratan (dekat pantai) dan di dekat *jetty*. Sedimen pasir yang terletak di bagian tepi pantai dengan komposisi 73,98 % sampai 94,72 % dan lanau dengan kisaran 0,48 % sampai 80,06 %. Pasir lanauan tersebar relatif dominan ke arah laut yang lebih dalam dan di tengah kolam. Daerah pantai di dominasi oleh sedimen pasir (*sand*), karena besarnya ukuran butir sedimen di daerah tersebut cenderung resisten terhadap gerakan arus sehingga tidak terangkut mengikuti kecepatan dan arah arus (Poerbando dan Djunarsah, 2005). Jenis lanau (*silt*) ditemukan di daerah pertengahan kolam pelabuhan cargo yang cukup jauh dari daratan. Jenis yang terakhir adalah pasir lanauan (*silty sand*) yang ditemukan di dekat mulut *jetty* dan dekat dengan aliran muara sungai yang menuju ke laut, sehingga material sedimen mengalami transport dari muara sungai menuju laut dan sebaran sedimen di dekat muara sungai masih dipengaruhi oleh jenis sedimen pasir (*sand*) yang tertransportasi dari tepian pantai dan di sekitar *jetty* oleh arus sehingga jenis sedimen yang dekat dengan muara sungai memiliki jenis sedimen campuran antara pasir (*sand*) dan lanau (*silt*) yang berasal dari sungai yang masuk ke perairan pantai. Jenis sedimen tersebut sangat menentukan metode pengerukan, seperti tipe sedimen pasir harus dikeruk menggunakan *bucket dredger* yaitu kapal keruk dengan alat seperti timba untuk mengangkat sedimen dari dasar air dan untuk sedimen jenis lanau menggunakan kapal keruk penghisap (*suction dredgers*).

Kedalaman Kolam dan Volume Pengerukan

Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Pertamina RU VI Balongan, ukuran kapal terbesar yaitu 5000 DWT dengan *draft* kapal 6,5 meter dan kedalaman yang aman untuk kapal menurut Triatmodjo (1996) yang telah mempertimbangkan dengan gerak osilasi kapal dengan kebutuhan kedalaman untuk kapal 5000 DWT di kolam pelabuhan cargo PT. Pertamina RU VI Balongan yaitu 8,67 meter. Volume pengerukan keseluruhannya yang diolah menggunakan software *surfer* 10 yaitu 123.941,3 m³ menurut aturan trapezoidal dan dijelaskan melalui Gambar 8.



Gambar 8. Ilustrasi Perhitungan Metode Pengerukan
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2015).

Dari Gambar 8 dapat kita lihat cara untuk menghitung luasan volume pengerukan keseluruhan yaitu dengan cara:

$$V = A - B$$

$$V = 235.559,6 - 111.618,3$$

$$V = 123.941,3 \text{ m}^3$$

Keterangan :

V = Volume pengerukan (m^3)

A = Volume keseluruhan (m^3)

B = Volume air (m^3)

Kedalaman perairan kolam pelabuhan cargo, tidak seharusnya semua wilayah kolam harus dikeruk. Bagian yang harus dikeruk adalah bagian tepi kolam dan mulut kolam pelabuhan dikarenakan pendangkalan yang tinggi terjadi pada daerah tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 22. Pada kedalaman 1,11 sampai 6,11 meter perlu dilakukan pengerukan kedalaman kolam sebesar 2,56 – 7,56 meter dengan total luasan volume pengerukan keseluruhan yaitu 123.941,3 m^3 , menurut Triatmodjo (1996) yang sudah dipertimbangkan dengan gerak osilasi kapal agar kapal aman untuk berlabuh walaupun dalam posisi air surut rendah terendah (LLWL).

G. Kesimpulan

1. Batimetri/kedalaman pada lokasi penelitian berkisar antara 1,11 – 6,11 meter dengan volume pengerukan 123.941,3 m^3 .
2. Jenis sedimen yang mendominasi kolam pelabuhan ini yaitu jenis pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan pasir lanauan (*silty sand*) yang dapat dikeruk menggunakan *bucket dredger* untuk sedimen pasir dan *suction dredger* untuk jenis lanau.

Daftar Pustaka

- Holme N.A and Mc Intyre, A. D. 1984. Methods for The Study of Marine Benthos. Backwall Scientific Publications, Oxford. pp.140-216.
- Noviarti, S. 2009. PT. Pertamina RU VI Balongan. www.academia.edu/6427709/RU_VI_Balongan (3 April 2015).
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung. 166 hlm.
- Soeprapto. 2001. Survei Hidrografi. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta, 202 hlm.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2010. Survei Hidrografi Menggunakan Single Beam. Badan Standar Nasional, Jakarta. SNI 7646:2010. 25 hlm.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif. Alfabeta, Bandung.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 362 hlm.
- _____. 1996. Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta, 455 hlm.